



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **09260763 A**

(43) Date of publication of application: 03.10.97

(51) Int. Cl. **H01S 3/18**(21) Application number: **08061506**(22) Date of filing: **18.03.96**(71) Applicant: **OLYMPUS OPTICAL CO LTD**(72) Inventor: **SHINOHARA SHINOBU**(54) **SEMICONDUCTOR LASER DEVICE**

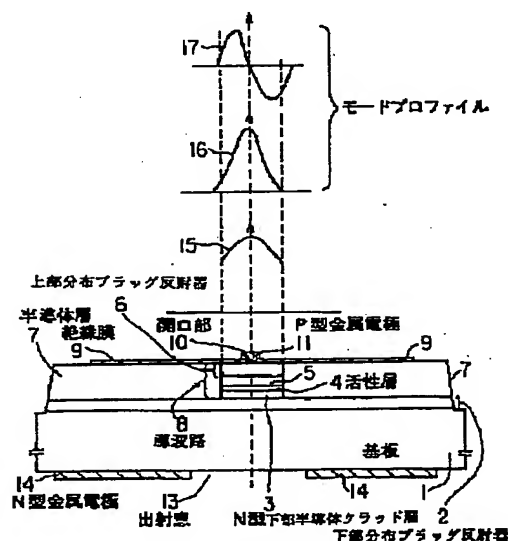
inside the region.

(57) Abstract:

COPYRIGHT: (C)1997,JPO

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To control transverse mode oscillation steadily, to enable to switch the mode, and to enable to control the plane of polarization with any current and with a resonator (wave guide) of any cross section.

**SOLUTION:** This device is provided with an upper part distributed Bragg reflector 6 that comprises a lower distributed Bragg reflector 2, an N-type lower semiconductor clad layer 3, an active layer 4, a P-type semiconductor clad layer 5 and a P-type upper part semiconductor multilayer film. The upper part Bragg reflector is laminated on a semiconductor substrate 1 in sequence. A wave director path 8 is formed by forming a part of the reflector 6 in a column shape with a shaft vertical to the substrate surface, and a P-type metal electrode 11 is formed to inject current to the active layer 4 arranged on the upper part distributed Bragg reflector 6. In this case, the area of the contacting part between the upper part distributed Bragg reflector 6 and the P-type metal electrode 11 is narrower than the region of the wave director extended upward by and vertically to the surface of the substrate and arranged



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-260763

(43)公開日 平成9年(1997)10月3日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

識別記号

庁内整理番号

FI

### 技術表示箇所

H01S 3/18

H O 1 S 3/18

審査請求 未請求 請求項の数3 O.L (全 11 頁)

(21)出願番号 特願平8-61506

(22)出願日 平成8年(1996)3月18日

(71)出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72)発明者 篠原 しのぶ

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ  
ンパス光学工業株式会社内

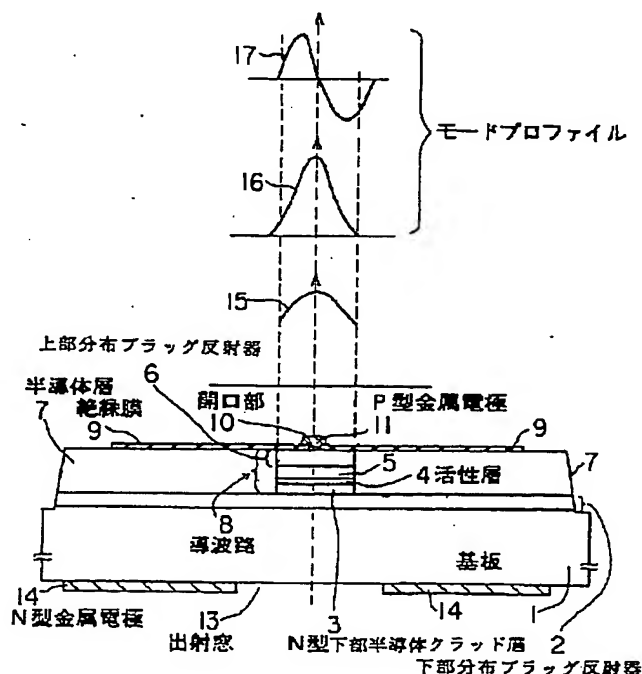
(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦

(54) 【発明の名称】 半導体レーザ装置

(57) 【要約】

【課題】発振横モードを安定的に制御できないとともに、その切り替えができず、また偏波面の制御が任意の電流値で、かつ、任意の共振器（導波路）断面形状で行なうことができないこと。

【解決手段】半導体基板(1)上に、下部分布ブラッグ反射器(2)、N形下部半導体クラッド層(3)、活性層(4)、P形半導体クラッド層(5)、P型上部半導体多層膜からなる上部分布ブラッグ反射器(6)を順次積層し、これらの一部を基板面に垂直な軸を有する柱状に形成した導波路(8)を有し、前記上部分布ブラッグ反射器(6)上に設けられ、前記活性層(4)に電流を注入するP型金属電極(11)を有する半導体レーザ装置において、前記上部分布ブラッグ反射器(6)と前記P型金属電極(11)との接触部分は、前記導波路(8)を基板面と垂直に上部に延長した領域より面積が小さく、かつ前記領域の内側に配置されていることを特徴とする半導体レーザ装置。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 半導体基板上に、少なくとも、下部半導体多層ミラー層、下部半導体クラッド層、化合物半導体よりなる活性層、上部半導体クラッド層、半導体多層膜又は誘電体多層膜又は金属膜あるいはこれらの複合膜よりなる上部ミラー層を順次積層し、これらの一部又は全部を、基板面に垂直な軸を有する柱状に形成した導波路を有し、前記活性層又は前記上部半導体クラッド層又は前記上部ミラー層上に設けられ、前記活性層に電流を注入する第 1 の電極を有する半導体レーザ装置において、前記活性層又は前記上部半導体クラッド層又は前記上部ミラー層と前記第 1 の電極との接触部分は、前記導波路を基板面と垂直に上部に延長した領域より面積が小さく、かつ前記領域の内側に配置されていることを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項 2】 半導体基板上に、少なくとも、下部半導体多層ミラー層、下部半導体クラッド層、化合物半導体よりなる活性層、上部半導体クラッド層、半導体多層膜又は誘電体多層膜又は金属膜あるいはこれらの複合膜よりなる上部ミラー層を順次積層し、これらの一部又は全部を、基板面に垂直な軸を有する柱状に形成した導波路を有し、前記活性層又は前記上部半導体クラッド層又は前記上部ミラー層上に設けられ、前記活性層に電流を注入する第 1 の電極を有する半導体レーザ装置において、前記活性層又は前記上部半導体クラッド層又は前記上部ミラー層と前記第 1 の電極との接触部分は、前記導波路を基板面と垂直に上部に延長した領域より面積が小さく、かつ前記接触部分の形状が長軸を有することを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項 3】 前記第 1 の電極と互いに独立に注入電流を制御できる第 2 の電極を備えていることを特徴とする請求項 1 記載の半導体レーザ装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、垂直共振器型面発光レーザに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来、図 13 に示すように基板と垂直方向に共振器構造を持つ垂直共振器型面発光レーザが知られている（例えば、US 005343487 A (Electrical Pumping Scheme for Vertical-Cavity Surface-Emitting Lasers) : 従来技術 1)。従来技術 1 には、発光部の中心に電流を注入し、横モードのレーザ発振を制御する方法が開示されている。これは、図示しない基板上に第 1 ミラー層（図示せず）、第 1 コンタクト層 61、活性層 62 を介して電流ブロック層 63 を複数層重ねて電流注入プロファイルが発光部の中心付近で大きくなるように構成したものである。なお、図中の符番 64 は第 2 コンタクト層、符番 65 は第 2 ミラー層である。

【0003】 また、従来例えば垂直共振器型面発光レー

ザの偏波方向を安定化させる方法が、特開平 4-144183（従来技術 2）に示されている。図 14（A）、

（B）はその一例を示す。ここで、図 14（A）は面発光半導体レーザの構造断面図、図 14（B）はレーザ射出面側から見た光共振器の透過断面図を示す。このレーザにおいて、n 型の GaAs 基板 71 上には、N 型下部反射鏡 72、N 型 AlGaAs クラッド層 73、GaAs 活性層 74、P 型 AlGaAs クラッド層 75、P 型 AlGaAs 電流通路層 76 及び P 型 AlGaAs コンタクト層 77 が順次形成されている。埋め込み層は、P 型 Al<sub>0.5</sub>Ga<sub>0.5</sub>As 埋め込み層 78 と N 型 Al<sub>0.5</sub>Ga<sub>0.5</sub>As 埋め込み層 79 で構成されており、前記活性層 74 の周りを完全に埋め込んでいる。なお、図中の符番 80 は上部反射鏡、符番 81 は n 側電極、符番 82 は p 側電極、符番 83 はレーザ光、符番 84 は電流ブロック層、符番 85、86 は対称面を示す。

【0004】 更に、従来例えば垂直共振器型面発光レーザの偏波方向を切り変える方法が、特開平 4-242989（従来技術 3）に示されている。この装置は、図 15 に示すように、活性層を含むメサ領域が L 字をしており、片面に一部に電極の欠如部を有する電極 91 と欠如部を有しない電極 92 とが独立に形成され、電極 92 に加える電圧をオン・オフすることにより偏波面を制御するものである。なお、図中の符番 93 は基板、符番 94 は出力窓、符番 95 は電極欠如部分を示す。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記従来技術は以下に述べる課題を有する。

従来技術 1 : 異なる開口部を有する電流ブロック層 63 を何層も重ねており、プロセスが複雑で実用的でない。また、電極自体は共振器の外周部に設けており外周の電流密度が高いため、ブロック層だけで中心付近の電流密度を大きくできるかどうかは疑問である。更に、キャリアプロファイルを切り替えて、発光パターンや横モードを切り替えることについては、全く記載されていない。

【0006】 従来技術 2 : 偏波は共振器の断面形状に依存するため、共振器の断面形状は必ず長軸と短軸を有しており、円形などの対称形の共振器では偏波面の制御ができない。

【0007】 従来技術 3 : 常に電極 91 に通電した状態で電極 92 に通電して、偏波を切り換えるために、任意の電流値での偏波方向は決まってしまう、広い電流領域で自由に偏波を切り換えることができない。

【0008】 この発明は、上記課題を解決し、発振横モードを安定的に制御するとともに、その切り替えが可能であり、また、偏波面の制御が任意の電流値で、かつ、任意の共振器（導波路）断面形状で行なうことができる半導体レーザ装置を提供することを目的とする。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】

請求項1：半導体基板上に、少なくとも、下部半導体多層ミラー層、下部半導体クラッド層、化合物半導体よりなる活性層、上部半導体クラッド層、半導体多層膜又は誘電体多層膜又は金属膜あるいはこれらの複合膜よりなる上部ミラー層を順次積層し、これらの一部又は全部を、基板面に垂直な軸を有する柱状に形成した導波路を有し、前記活性層又は前記上部半導体クラッド層又は前記上部ミラー層上に設けられ、前記活性層に電流を注入する第1の電極を有する半導体レーザ装置において、前記活性層又は前記上部半導体クラッド層又は前記上部ミラー層と前記第1の電極との接触部分は、前記導波路を基板面と垂直に上部に延長した領域より面積が小さく、かつ前記領域の内側に配置されていることを特徴とする半導体レーザ装置。

【0010】（対応する発明の実施の形態）請求項1記載の発明は、実施例1が対応する。前記半導体基板は、実施例1中のN型半導体基板が該当する。前記下部半導体多層ミラー層はN型半導体多層膜からなる下部分布ブラッグ反射器2、下部半導体クラッド層はN型下部半導体クラッド層3、化合物半導体よりなる活性層は活性層4、上部半導体クラッド層はP型上部半導体クラッド層5、上部ミラー層はP型半導体膜からなる上部分布ブラッグ反射器6、導波路は導波路8、第1の電極はP型金属電極11、接触部分は開口部10が該当する。

【0011】（作用効果）この発明の作用を説明する。前記活性層又は前記上部半導体クラッド層又は前記上部ミラー層と前記第1の電極との接触部分からキャリアが注入され、活性層で発生した光は導波路を通過して下部分布ブラッグ反射器と上部分布ブラッグ反射器の間で増幅し、レーザ光として出射する。第1の電極との接触部分は導波路を基板面と垂直に上部に延長した領域より面積が小さくかつ内部に配置するが、注入されるキャリアは接触部分の直下が最も多くなる。そのため、電極を前記領域の中心よりに配置すれば、キャリア密度は導波路の周辺部より接触部直下が大きく、発光も周辺部より接触部直下の方が大きくなる。

【0012】従って、この実施の形態には次のような特有な効果がある。導波路の周辺部はエッチングや埋込みのダメージによる欠陥が多いためにキャリアが損失し、これが発光効率の低下に繋がるが、本構成では欠陥が多い周辺部はキャリア密度が低いので、全体として発光効率が高くなる。また、導波路は必ずしも垂直にエッチングされていないことが多く、このため周辺部では光の散乱や吸収が起こりやすいが、本構成ではこれらも防止できる。以上により、発振モードが安定的に制御できる。

【0013】請求項2：半導体基板上に、少なくとも、下部半導体多層ミラー層、下部半導体クラッド層、化合物半導体よりなる活性層、上部半導体クラッド層、半導体多層膜又は誘電体多層膜又は金属膜あるいはこれらの複合膜よりなる上部ミラー層を順次積層し、これらの一

部又は全部を、基板面に垂直な軸を有する柱状に形成した導波路を有し、前記活性層又は前記上部半導体クラッド層又は前記上部ミラー層上に設けられ、前記活性層に電流を注入する第1の電極を有する半導体レーザ装置において、前記活性層又は前記上部半導体クラッド層又は前記上部ミラー層と前記第1の電極との接触部分は、前記導波路を基板面と垂直に上部に延長した領域より面積が小さく、かつ前記接触部分の形状が長軸を有することを特徴とする半導体レーザ装置。

10 【0014】（対応する発明の実施の形態）請求項2記載の発明は、実施例2が対応する。前記半導体基板は、実施例2中のN型半導体基板1が該当する。前記下部半導体多層ミラー層はN型半導体多層膜からなる下部分布ブラッグ反射器2、下部半導体クラッド層はN型下部半導体クラッド層3、化合物半導体よりなる活性層は活性層4、上部半導体クラッド層はP型上部半導体クラッド層5、上部ミラー層はP型半導体膜からなる上部分布ブラッグ反射器6、導波路は導波路8、第1の電極はP型金属電極24、接触部分は開口部23が該当する。

20 【0015】（作用効果）第1の電極から電流が流れると、ある電流値以下ではキャリア密度は電極の接触部分の直下が大きく、そこから遠ざかるにつれて密度が小さくなる。従って、活性層における発光も接触部分の直下が大きく遠ざかるにつれて小さくなる。

【0016】従って、この発明には次のような特有な効果がある。導波路が円形など対称形の場合にも、導波路の形状に関わらず第1の電極の接触部分の長軸方向に応じて偏波方向を安定させることができる。また、導波路も長方形等の長軸方向を持つ形状にし、導波路の断面形状の効果による偏波方向と、第1の電極の接触部分の形状の効果による偏波方向を一致させれば、さらに偏波が安定する。逆に、導波路の断面形状の効果による偏波方向と第1の電極の接触部分の形状の効果による偏波方向を異なる方向に形成すれば、電流量が小さい時には第1の電極の接触部分の形状へ、大きい時には導波路の断面形状に依存した偏波方向に切り替えられる。

【0017】請求項3：前記第1の電極と互いに独立に注入電極を制御できる第2の電極を備えていることを特徴とする請求項1記載の半導体レーザ装置。

30 （対応する発明の実施の形態）この発明に関する実施の形態は、実施例3が対応する。請求項3中の第1の電極は第1のP型金属電極34、第2の電極は第2のP型金属電極35が該当する。

【0018】（作用効果）次に、この発明の作用を説明する。前記第1の電極の接触部分から電流を流すと、ある電流値以下では、キャリア密度は電極の接触部分の直下が大きく、そこから遠ざかるにつれて密度が小さくなる。そのため、活性層における発光も接触部分の直下が大きく遠ざかるにつれて小さくなる。一方、第2の電極

30 から電流を注入すると、その接触部分の直下のキャリア

密度が大きくなり、発光も直下が大きくなる。

【0019】従って、この実施の形態には次のような特有な効果がある。第1の電極のみに通電した場合と、第2の電極のみに通電した場合と、あるいは両方に通電した場合とで、発振横モードを変化させて、レーザ光の出射パターンを変えることができる。つまり、通電量を制御することにより、レーザ光のファースフィールドパターンを変化させたり、レンズなどで集光する場合はその焦点距離を変えることができる。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施例を図面を参照して説明する。

(実施例1) 図1～図3を参照する。ここで、図1は半導体レーザ装置の断面図、図2は平面図、図3は図2のX-X線に沿う断面図である。

【0021】図中の符番1は、N型半導体基板である。この基板1上には、N型半導体多層膜からなる下部分布ブラッグ反射器2、N型下部半導体クラッド層3、活性層4、P型上部半導体クラッド層5、P型半導体多層膜からなる上部分布ブラッグ反射器6が順次積層されている。これらの一部の領域を残して上部分布ブラッグ反射器6からN型下部半導体クラッド層3まで柱状にエッチングし、周辺を柱状部分より屈折率が低い半導体層7で埋め込み、柱状の部分で導波路8とし、表面を絶縁膜9で被覆している。この絶縁膜9は、上から見て導波路8の存在する領域の中心部分に、この領域よりも小さい開口部10を有する。前記絶縁膜9上にP型金属電極11が形成され、これは開口部10で上部分布ブラッグ反射器6と接触している。P型金属電極11は、導波路領域の外部に形成されたボンディングパッド12と一体になっている。前記基板1の裏には、出射窓13を有するN型金属電極14が形成されている。

【0022】次に、上記構成の半導体レーザ装置の作用を説明する。P型金属電極11をプラス極とし、N型金属電極14をマイナス極として一定以上の電圧を印加すると、P型金属電極11からN型金属電極14に電流が流れキャリアが注入される。これにより、活性層4で発生した光が下部分布ブラッグ反射器2と上部ブラッグ反射器6の間で増幅し、レーザ光としてN型金属電極14間の出射窓13から出射する。一方、絶縁膜9の開口部10でP型電極11から上部分布ブラッグ反射器6へ注入されるキャリアは開口部10の直下が最も多くなり、開口部10は導波路8領域の中心付近に位置するため、キャリア密度15は導波路8の周辺部より中心部が大きく、そのため活性層4における発光強度も周辺部より中心部の方が大きくなる。

【0023】従って、実施例1によれば、以下に述べる効果を有する。導波路8の周辺部はエッチングや埋め込みのダメージによる欠陥が多いためにキャリアが損失し、これが発光効率の低下につながるが、本構成では欠

陥が少ない中心部のキャリア密度が高いため、全体として発光効率が高くなる。また、導波路8は必ずしも垂直にエッチングされていないことが多く、このため周辺部では光の散乱や吸収が起こりやすいが、本構成では中心部で発生する光が大きいためこれらが防止できる。更に、0次モードのプロファイル16と1次モードのプロファイル17を比べた場合、中心部が大きいキャリア密度分布は0次モードと近似であるため、0次モードの光が安定して発生し、出射するレーザ光は0次のシングルモードになりやすい。以上により、発振モードが安定的に制御できる。

【0024】なお、上記実施例1の各構成は、当然、各種の変形、変更が可能である。例えば、次に述べる通りである。

(1) 導波路は上部分布ブラッグ反射器からはN型下部半導体クラッド層まで通して柱状にするのではなく、活性層のみや上部分布ブラッグ反射器など、一部の層を柱状にして導波路としてもよい。また、エッチング後に埋め込む材料も半導体ではなく、ポリイミドなどでよく、さらに埋め込みなしのエアポスト状でもよい。更に、導波路の断面形状も円形だけではなく、四角形や菱形を始めとして十字やT字など多角形、楕円やダンベル、リング状など何でもよい。

【0025】(2) P型金属電極が接触する開口部10は、導波路8の内側に位置するように導波路の形状に従って位置や形状を変形させてもよい。例えば、開口部10の形状としては、例えば導波路8の中心軸を含む場合(図16(A)、(B)参照)、または導波路8の中心軸に対称な場合(図17(A)、(B)参照)、または導波路8の中心軸が明確でないかあるいは導波路8の中心軸とは無関係である場合(図18(A)、(B)参照)が挙げられる。

【0026】(3) キャリアを注入するためのP型金属電極の接触部分は上部分布ブラッグ反射器の上ではなく、P型上部半導体クラッド層あるいは活性層の上でもよい。その場合、接触部分以外のP型金属電極の下には絶縁膜が設けられる。また、このようにP型金属電極の位置が上部反射器の下に来る場合は、上部反射器の種類も半導体多層膜だけではなく、誘電体多層膜や金属膜あるいはこれらの組み合わせで上部反射器としてもよい。

【0027】(4) P型金属電極の形状も自由であり、上部から光を取り出さないのであれば、導波路領域を全面覆っていてもよい。また、本実施例1では外部への配線としてワイヤボンディングを仮定し、電極ボンディングパッドを設けたが、電極を直接接合する、表面に配線をとる、プローブで通電するなどの方法で通電する場合は配線方法に合わせた電極形状にしてもよい。

【0028】(5) P側、N側の電極材料も通電できればなんでもよく、金属でなく、ITOなどの透明電極でもよい。また、光取り出し方向も基板側でなく、両側取り

出しにしたり、逆に基板側を全面電極にして、基板と反対側から取り出してもよい。更に、本実施例1では、活性層との距離が近い上部電極の接触部のみを工夫したが、基板側の下部電極も同様な考え方で、開口部を有する絶縁膜の上に形成してもよい。

【0029】(6) 構成全体において、P型とN型を逆転させてもよい。その場合、印加する電圧の極性も逆にする。また、本実施例1では導波路の中心付近にのみ絶縁膜の開口部が設けられているが、開口部を広げたり、絶縁膜を省略して配線部分が半導体と接触する場合も、効果は減るが全面に電極を設けるよりは効果があるので許容される。

【0030】(実施例2) 図4～図6を参照する。ここで、図4は半導体レーザ装置の断面図、図5は平面図、図6は図5のX-X線に沿う断面図である。本実施例2は、絶縁膜21とP型金属電極24を除き実施例1と同じであるので共通部分の説明を省略する。

【0031】絶縁膜21は、上から見て導波路が存在する領域より面積が小さく、かつ長手方向が半導体レーザを構成する半導体の結晶軸22と平行する長方形の開口部23を有する。前記絶縁膜21の開口部23上にはP型金属電極24が形成され、開口部23で上部分布ブラッグ反射器6と接触している。

【0032】次に、こうした構成の半導体レーザ装置の作用を説明する。実施例1と同様に、P型金属電極24をプラス極とし、N型金属電極14をマイナス極として一定以上の電圧を印加すると、P型金属電極24からN型金属電極14に電流が流れ、キャリアが注入される。ある電流値以下では、キャリア密度は結晶軸22と平行する方向に長手方向を有する開口部23、即ちP型金属電極24の接触部分の長軸方向の直下が大きく、遠ざかるにつれて密度が小さくなる。そのため、活性層4における発光も開口部23の直下が大きく遠ざかるにつれて小さくなる。従って、出射窓13の方向からレーザ出射光を見ると、結晶軸22と平行する方向に応じた偏波面を有する出射光となる。

【0033】従って、実施例2によれば、次の効果がある。即ち、導波路が対称形の場合にも、導波路の形状に関わらず、電極の接触部分の長軸方向に応じて偏波方向を安定させることができる。また、導波路の断面形状を長方形などの長軸方向をもつ形状にし、導波路の断面形状の効果による偏波方向と、電極の接触部分の形状の効果による偏波方向を一致させれば、さらに偏波方向が安定する。

【0034】逆に、導波路の断面形状の効果による偏波方向と電極の接触部分の形状の効果による偏波方向を異なる方向になるように形成すれば、電流値が小さい時には電極の接触部分の直下にキャリアが集中するため、接触部分の形状に依存した偏波方向となり、また、電流値

路の断面形状に依存した偏波方向となる。即ち、電流値の大きさで偏波方向が切り替えられる。

【0035】なお、この発明の実施例2の各構成は、当然、各種の変形、変更が可能である。変形、変更の内容は実施例1に記載したものと同一である。

(実施例3) 図7～図9を参照する。図7はこの発明の実施例3に係る半導体レーザ装置の断面図、図8は図7の平面図、図9は図8のX-X線に沿う断面図である。本実施例3は、絶縁膜31とP型金属電極34、35を除き実施例1と同じであるので、共通部分の説明を省略する。絶縁膜31は、上から見て導波路8の存在する領域の中心部分に、この領域よりも小さい第1の開口部32を有し、さらにその外側に導波路8の内周に沿って第2の開口部33を有している。第1の開口部32上には、第1のP型金属電極34が形成され、第2の開口部33上には第2のP型金属電極35が形成され、それぞれの開口部で上部分布ブラッグ反射器6と接している。第1、第2のP型金属電極34、35は互いに分離しており、導波路8領域の外周に形成されたボンディングパッド36、37と各々一体になっている。

【0036】次に、こうした構成の半導体レーザ装置の作用を説明する。第1のP型金属電極34とN型金属電極14の間に電圧を印加すると、第1のP型金属電極34と上部分布ブラッグ反射器6が接触する第1の開口部32は導波路8領域の中心付近に位置するため、キャリア密度は導波路8の周辺部より中心部が大きく、そのため活性層4における発光も周辺部よりも中心部の方が大きくなる。一方、第2のP型金属電極35とN型金属電極14の間に電圧を印加すると、第2のP型金属電極35と上部分布ブラッグ反射器6が接触する開口部33は導波路8領域の外周付近に位置するため、キャリア密度は導波路8の中心部より周辺部が大きく、そのため活性層における発光も中心部より外周部の方が大きくなる。また、第1、第2のP型金属電極の両方に通電すると、導波路8領域全体の活性層4が発光する。

【0037】従って、上記実施例3によれば、次のような特有な効果がある。第1のP型金属電極34に通電した場合と、第2のP型金属電極35に通電した場合と、あるいは両方に通電した場合とで、レーザの出射パターンを変えることができる。また、これらの通電量を制御することにより、レーザ光のファースフィールドパターンを変化させたり、レンズ等で集光する場合はその焦点距離を変えることができる。更に、第1のP型金属電極34に通電した場合、中心部が大きいキャリア密度分布が導波路の0次モードのプロファイルと一致するため、0次モードの光が安定して発生する。一方、第2のP型金属電極35に通電した場合は、キャリア密度分布が導波路の1次モードのプロファイルと一致するため、1次モードの光が安定して発生する。

【0038】以上、これらの電極を切り替えたり、同時に



に通電することにより、レーザ発振の横モードを自由に制御できる。なお、本発明の実施例3の各構成は、当然、各種の変形、変更が可能である。変形、変更の内容は実施例1に記載したものと同一である。また、複数の電極は本実施例3では2つであるが、特に数の制限はない。

【0039】(実施例4)図10～図12を参照する。図10はこの発明の実施例4に係る半導体レーザ装置の断面図、図11は図10の平面図、図12は図11のX-X線に沿う断面図である。本実施例4は、絶縁膜41とP型金属電極44、45を除き実施例1と同じであるので、共通部分の説明を省略する。絶縁膜41は上から見て導波路8の存在する領域より面積が小さく、かつ長手方向が半導体の結晶軸42と平行する長方形の第1の開口部43を有する。前記絶縁膜41の第1の開口部43上に第1のP型金属電極44が形成され、開口部43で上部分布ブラッグ反射器6と接触している。

【0040】前記第1のP型金属電極44と直交する方向には第2のP型金属電極45が形成され、その下に絶縁膜41の第2の開口部46が形成されている。第2のP型金属電極45は第1のP型金属電極44と分離させるために、第1のP型金属電極44と交わるところで分断されているが、第2の開口部46の長手方向を示す軸47は、第1の開口部43の長手方向、即ち半導体の結晶軸42と直交している。第1、第2のP型金属電極は、導波路領域の外部に形成されたボンディングパッド48、49と各々一体になっている。

【0041】次に、こうした構成の半導体レーザ装置の作用を説明する。第1のP型金属電極44とN型金属電極14の間に電圧を印加すると、ある電流値以下では、キャリア密度は結晶軸42と平行する方向に長手方向を有する第1の開口部43、即ち第1のP型金属電極44の接触部分の長軸方向の直下が大きく、そこから遠ざかるに連れて密度が小さくなる。そのため、活性層4における発光も第1の開口部43の直下が大きく遠ざかるにつれて小さくなる。従って、出射窓13の方向からレーザ出射光を見ると、結晶軸42と平行する方向に応じた偏波面を有する出射光となる。一方、第2のP型金属電極45とN型金属電極14の間に電圧を印加すると、第2の開口部46の直下即ち第2のP型金属電極45の接触部分の長軸方向のキャリア密度が高くなるため、出射窓13から出射するレーザ光は前記結晶軸42と直交する方向に応じた偏波面を有する出射光となる。

【0042】従って、上記実施例4によれば、次のような特有な効果がある。導波路8の形状に関わらず電極の接触部分の長軸方向に応じて偏波方向を安定させることができるため、第1のP型金属電極44と第2のP型金属電極45を切り換えることで、偏波方向を任意に切り換えることができる。また、電流値の大ききで偏波方向が決まってしまうことがなく、通電する電極を選択するだけ

で、広い電流領域で任意の偏波方向が得られる。

【0043】なお、本発明の実施例4の各構成は、当然、各種の変形、変更が可能である。変形、変更の内容は実施例1に記載したものと同一である。電極の数や開口部の数等も、変更が可能である。例えば、本実施例4では第2の開口部のみ分断されているが、第1の開口部も同様に分断してよい。また、2つの電極の開口部の軸が交わる角度も直交していなくてもよい。更に、電極も必ずしも交わっていないとよく、例えば複数の電極を放射状に配置しそれぞれ独立に制御してもよい。

【0044】なお、本発明は上述した実施例に限らず、以下に述べる発明を含む。

1. 半導体基板上に、少なくとも、下部半導体多層ミラー層、下部半導体クラッド層、化合物半導体よりなる活性層、上部半導体クラッド層、半導体多層膜又は誘電体多層膜又は金属膜あるいはこれらの複合膜よりなる上部ミラー層を順次積層し、これらの一部又は全部を、基板面に垂直な軸を有する柱状に形成した導波路を有し、前記活性層又は前記上部半導体クラッド層又は前記上部ミラー層上に設けられ、前記活性層に電流を注入する第1の電極を有する半導体レーザ装置において、前記活性層又は前記上部半導体クラッド層又は前記上部ミラー層と前記第1の電極との接触部分は、前記導波路を基板面と垂直に上部に延長した領域より面積が小さく、かつ前記領域の内側に配置されていることを特徴とする半導体レーザ装置。

【0045】(対応する発明の実施の形態)

前記1. 記載の発明は、実施例1が対応する。前記半導体基板は、実施例1中のN型半導体基板が該当する。前記下部半導体多層ミラー層はN型半導体多層膜からなる下部分布ブラッグ反射器2、下部半導体クラッド層はN型下部半導体クラッド層3、化合物半導体よりなる活性層は活性層4、上部半導体クラッド層はP型上部半導体クラッド層5、上部ミラー層はP型半導体膜からなる上部分布ブラッグ反射器6、導波路は導波路8、第1の電極はP型金属電極11、接触部分は開口部10が該当する。

【0046】(作用効果)この発明の作用を説明する。前記活性層又は前記上部半導体クラッド層又は前記上部ミラー層と前記第1の電極との接触部分からキャリアが注入され、活性層で発生した光は導波路を通して下部分布ブラッグ反射器と上部分布ブラッグ反射器の間で増幅し、レーザ光として出射する。第1の電極との接触部分は導波路を基板面と垂直に上部に延長した領域より面積が小さくかつ内部に配置するが、注入されるキャリアは接触部分の直下が最も多くなる。そのため、電極を前記領域の中心より配置すれば、キャリア密度は導波路の周辺部より接触部直下が大きく、発光も周辺部より接触直下の方が大きくなる。

【0047】従って、この実施の形態には次のような特有な効果がある。導波路の周辺部はエッチングや埋込み

のダメージによる欠陥が多いためにキャリアが損失し、これが発光効率の低下に繋がるが、本構成では欠陥が多い周辺部はキャリア密度が低いので、全体として発光効率が高くなる。また、導波路は必ずしも垂直にエッチングされていないことが多く、このため周辺部では光の散乱や吸収が起こりやすいが、本構成ではこれらも防止できる。以上により、発振モードが安定的に制御できる。

【0048】2. 前記接触部分が前記導波路の中心軸を含むことを特徴とする前記1. 記載の半導体レーザ装置。

(対応する発明の実施の形態)

前記2. 記載の発明は、実施例1が対応する。他は上記1. の場合と同様である。

【0049】(作用効果)

前記2. 記載の発明の作用効果は上記1. の場合と同様である。

3. 前記接触部分が前記導波路の中心軸を挟んで対称であることを特徴とする前記1. 記載の半導体レーザ装置。

【0050】(対応する発明の実施の形態)

前記3. 記載の発明は、実施例1が対応する。他は上記1. の場合と同様である。

【0051】(作用効果)

前記3. 記載の発明の作用効果は上記1. の場合と同様である。

4. 半導体基板上に、少なくとも、下部半導体多層ミラー層、下部半導体クラッド層、化合物半導体よりなる活性層、上部半導体クラッド層、半導体多層膜又は誘電体多層膜又は金属膜あるいはこれらの複合膜よりなる上部ミラー層を順次積層し、これらの一部又は全部を、基板面に垂直な軸を有する柱状に形成した導波路を有し、前記活性層又は前記上部半導体クラッド層又は前記上部ミラー層上に設けられ、前記活性層に電流を注入する第1の電極を有する半導体レーザ装置において、前記活性層又は前記上部半導体クラッド層又は前記上部ミラー層と前記第1の電極との接触部分は、前記導波路を基板面と垂直に上部に延長した領域より面積が小さく、かつ前記接触部分の形状が長軸を有することを特徴とする半導体レーザ装置。

【0052】(対応する発明の実施の形態)

前記4. 記載の発明は、実施例2が対応する。前記半導体基板は、実施例2中のN型半導体基板1が該当する。前記下部半導体多層ミラー層はN型半導体多層膜からなる下部分布ブラッグ反射器2、下部半導体クラッド層はN型下部半導体クラッド層3、化合物半導体よりなる活性層は活性層4、上部半導体クラッド層はP型上部半導体クラッド層5、上部ミラー層はP型半導体膜からなる上部分布ブラッグ反射器6、導波路は導波路8、第1の電極はP型金属電極24、接触部分は開口部23が該当する。

【0053】(作用効果) 第1の電極から電流が流れると、ある電流値以下では、キャリア密度は電極の接触部分の直下が大きく、そこから遠ざかるにつれて密度が小さくなる。そのため、活性層における発光も接触部分の直下が大きく、遠ざかるにつれて小さくなる。

【0054】従って、この発明には次のような特有な効果がある。導波路が円形など対称形の場合にも、導波路の形状に関わらず第1の電極の接触部分の長軸方向に応じて偏波方向を安定させることができる。また、導波路も長方形等の長軸方向を持つ形状にし、導波路の断面形状の効果による偏波方向と、第1の電極の接触部分の形状の効果による偏波方向を一致させれば、さらに偏波が安定する。逆に、導波路の形状の効果による偏波方向と第1の電極の接触部分の形状の効果による偏波方向を異なる方向に形成すれば、電流量が小さい時には第1の電極の接触部分の形状へ、大きい時には導波路の断面形状に依存した偏波方向に切り替えられる。

【0055】5. 前記第1の電極と互いに独立に注入電流を制御できる第2の電極を備えていることを特徴とする前記1. 記載の半導体レーザ装置。

(対応する発明の実施の形態) 前記5. 記載の発明は、実施例3が対応する。前記5. 中の第1の電極は第1のP型金属電極34、第2の電極は第2のP型金属電極35が該当する。

【0056】(作用効果) 次に、この発明の作用を説明する。前記第1の電極の接触部分から電流を流すと、ある電流値以下では、キャリア密度は電極の接触部分の直下が大きく、そこから遠ざかるにつれて密度が小さくなる。そのため、活性層における発光も接触部分の直下が大きく遠ざかるにつれて小さくなる。一方、第2の電極から電流を注入すると、その接触部分の直下のキャリア密度が大きくなり、発光も直下が大きくなる。

【0057】従って、この実施の形態には次のような特有な効果がある。第1の電極のみに通電した場合と、第2の電極のみに通電した場合と、あるいは両方に通電した場合とで、発振横モードを変化させて、レーザ光の射出パターンを変えることができる。つまり、通電量を制御することにより、レーザ光のファースフィールドパターンを変化させたり、レンズなどで集光する場合はその焦点距離を変えることができる。

【0058】6. 前記1. 記載の半導体レーザ装置において、前記第1の電極と互いに独立に注入電流を制御できる第2の電極を有し、前記導波路を基板面と垂直に上部に延長した領域の中央に前記第1の電極との接触部分を配置し、前記領域の周辺に前記第2の電極との接触部分を配置することを特徴とする半導体レーザ装置。

【0059】(対応する発明の実施の形態)

前記6. 記載の発明は、実施例3の形態が対応する。前記6. 項中の第1の電極は第1のP型金属電極34、第2の電極は第2のP型金属電極35、導波路は導波路8、第



1の電極の接触部分は第1の開口部32、第2の電極の接触部分は第2の開口部33が該当する。

【0060】(作用効果)第1の電極の接触部分は導波路を基板面と垂直に上部に延長した領域より面積が小さくかつ中央に配置するが、注入されるキャリアは接触部分の直下が最も多くなるため、キャリア密度は導波路の周辺より中央が大きくなり、発光も周辺より中央の方が大きくなる。一方、領域の周辺に位置する第2の電極に電圧を印加すると、その接触部分の直下のキャリア密度が大きくなるため、周辺の発光が大きくなる。

【0061】従って、この実施の形態には次のような特有な効果がある。第1の電極に通電した場合は中心部が大きいキャリア密度分布と、導波路の0次モードとが一致するため、0次モードの光が安定して発生する。第2の電極に通電した場合は周辺部が大きいキャリア密度分布と、導波路の1次モードとが一致するため、導波路の1次モードの光が安定して発生する。これらは独立に制御できるため、レーザ光のモード制御ができる。

【0062】7. 前記4. 記載の半導体レーザ装置において、前記第1の電極と互いに独立に注入電流を制御できる第2の電極を備えたことを特徴とする半導体レーザ装置。

【0063】(対応する発明の実施の形態)

前記7. 記載の発明は、実施例4の形態が対応する。前記7. 中の第1の電極は第1のP型金属電極44、第2の電極は第2のP型金属電極45が該当する。

【0064】(作用効果)前記第1の電極の接触部分は電極から電流を流すと、ある電流値以下では、キャリア密度は電極の接触部分の直下が大きく、そこから遠ざかるにつれて密度が小さくなる。そのため、活性層における発光も接触部分の直下が大きく遠ざかるにつれて小さくなる。一方、第2の電極から電流を注入すると、その接触部分の直下のキャリア密度が大きくなり、発光も直下が大きくなる。

【0065】従って、この実施の形態には次のような特有な効果がある。即ち、導波路の形状に関わらず電極の接触部分の長軸方向に応じて偏波方向を安定させることができるため、複数の電極を切り換えることで、偏波方向を任意に切り替えることができる。また、電流値の大きさに偏波方向が決まってしまうことなく、通電する電極を選択するだけで、広い電流領域で任意の偏波方向が得られる。

【0066】8. 前記4. 記載の半導体レーザ装置において、前記接触部分の形状が長軸を有し、前記長軸が半導体基板の結晶軸と平行であることを特徴とする半導体レーザ装置。

【0067】(対応する発明の実施の形態)

前記8. 記載の発明は、実施例2の形態が対応する。前記8. 項中の接触部分は開口部23が該当する。

【0068】(作用効果)第1の電極から電流が流れる

と、ある電流値以下では、キャリア密度は結晶軸と平行する方向に長手方向を有する第1の電極の接触部分の直下が大きく、そこから遠ざかるにつれて密度が小さくなる。そのため、活性層における発光も接触部分の直下が大きく遠ざかるにつれて小さくなる。

【0069】従って、この実施の形態には次のような特有な効果がある。導波路が円形など対称形の場合にも、導波路の断面形状に関わらず電極の接触部分の長軸方向に応じて偏波方向を安定させることができる。また、半導体レーザ装置は、元々結晶軸の方向に偏波しやすい性質があるため、第1の電極の接触部分の長軸方向と結晶軸の方向とが平行であれば、さらに偏波が安定しやすい。

【0070】9. 前記4. 記載の半導体レーザ装置において、前記第1の電極と互いに独立に注入電流が制御できる第2の電極を備え、前記第1の電極の接触部分の長軸方向と、前記第2の電極の接触部分の長軸方向とが互いに直交することを特徴とする半導体レーザ装置。

【0071】(対応する発明の実施の形態)

前記9. 記載の発明は、実施例4の形態が対応する。前記9. 中の第1の電極は第1のP型金属電極44、第2の電極は第2のP型金属電極45、第1の電極の接触部分は開口部43、第2の電極の接触部分は開口部46が該当する。

【0072】(作用効果)前記第1の電極の接触部分は電極から電流を流すと、ある電流値以下では、キャリア密度は電極の接触部分の直下が大きく、そこから遠ざかるにつれて密度が小さくなる。そのため、活性層における発光も接触部分の直下が大きく遠ざかるにつれて小さくなる。一方、第2の電極から電流を注入すると、その接触部分の直下のキャリア密度が大きくなり発光も直下が大きくなる。

【0073】従って、この発明には次のような効果がある。導波路の断面形状に関わらず電極の接触部分の長軸方向に応じて偏波方向を安定させることができるため、複数の電極を切り換えることで、偏波方向を任意に切り替えることができる。また、半導体レーザ装置は、元々結晶軸で定まる直交する2方向のいずれかに偏波しやすい性質があるため、その方向と電極の接触部分の長軸方向とがそれぞれ平行であれば、さらに安定した偏波切り替えができる。

【0074】

【発明の効果】以上詳述したようにこの発明によれば、発振横モードを安定的に制御するとともに、その切り替えが可能であり、また、偏波面の制御が任意の電流値で、かつ、任意の共振器(導波路)断面形状で行なうことができる半導体レーザ装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の実施例1に係る半導体レーザ装置の

15

断面図。

【図2】図1の平面図。

【図3】図2のX-X線に沿う断面図。

【図4】この発明の実施例2に係る半導体レーザ装置の断面図。

【図5】図4の平面図。

【図6】図5のX-X線に沿う断面図。

【図7】この発明の実施例3に係る半導体レーザ装置の断面図。

【図8】図7の平面図。

【図9】図7のX-X線に沿う断面図。

【図10】この発明の実施例4に係る半導体レーザ装置の断面図。

【図11】図10の平面図。

【図12】図10のX-X線に沿う断面図。

【図13】従来の垂直共振器型面発光レーザの断面図。

【図14】従来の他の垂直共振器型面発光レーザの説明図。

【図15】従来の更に他の垂直共振器型面発光レーザの説明図。

16

【図16】この発明に係る半導体レーザ装置の導波路と絶縁膜の開口部の形状を示す平面図。

【図17】この発明に係る半導体レーザ装置の他の導波路と絶縁膜の開口部の形状との関係を示す平面図。

【図18】この発明に係る半導体レーザ装置の更に他の導波路と絶縁膜の開口部の形状との関係を示す平面図。

【符号の説明】

1…N型半導体基板、

2…下部分布ブラック反射器、

3…N型下部半導体クラッド層、

4…活性層、

5…P型下部半導体クラッド層、

6…上部分布ブラック反射器、

8…導波路、

10, 23, 32, 33, 43, 46…開口部、

11, 24, 33, 34, 44, 45…P型金属電極、

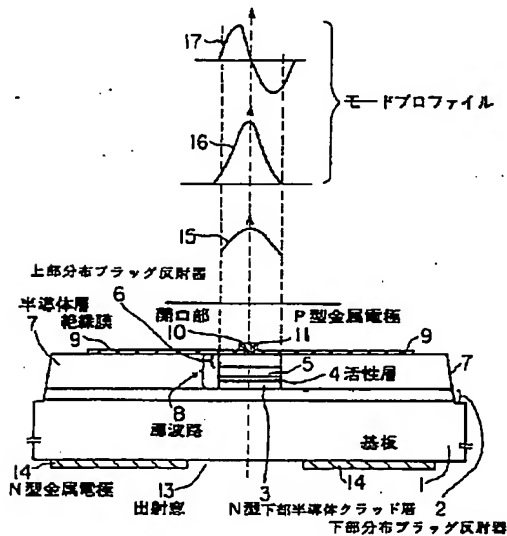
12, 36, 37, 48, 49…ボンディングパッド、

13…出射窓、

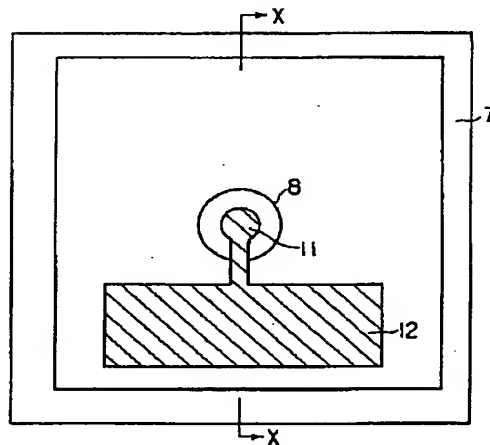
14…N型金属電極、

20 22, 42…結晶軸。

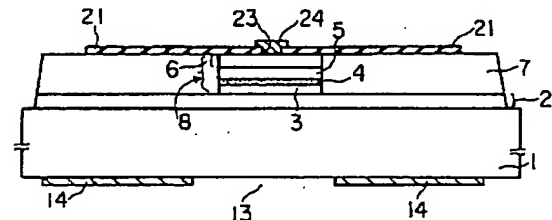
【図1】



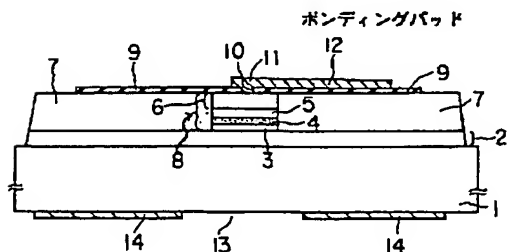
【図2】



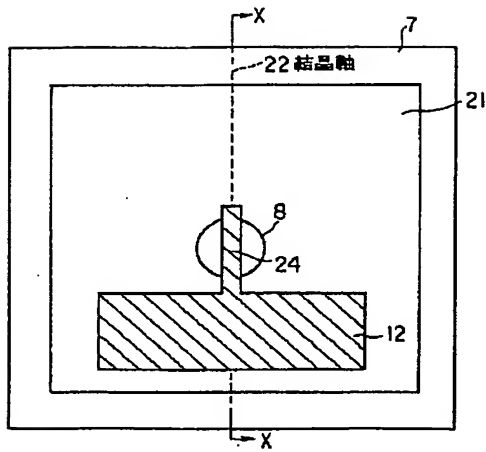
【図4】



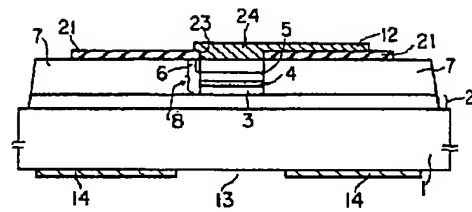
【図3】



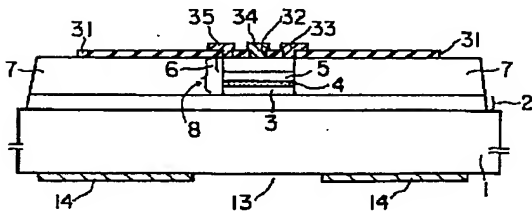
【図5】



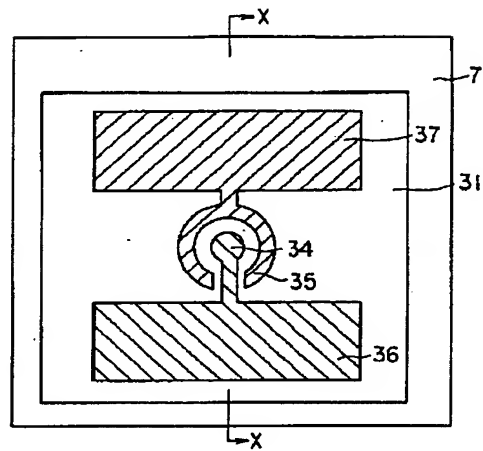
【図6】



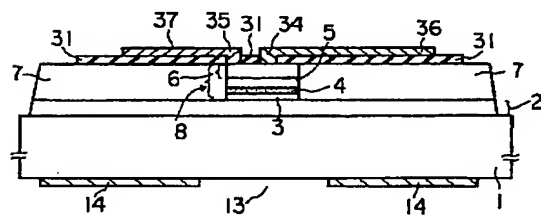
【図7】



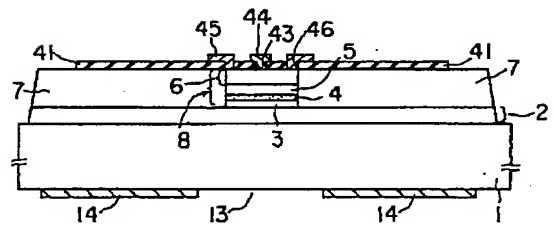
【図8】



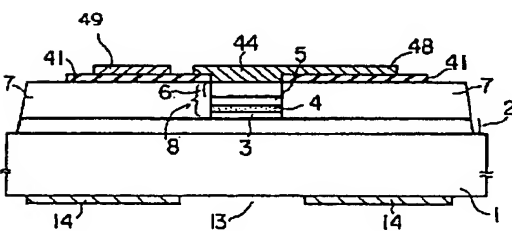
【図9】



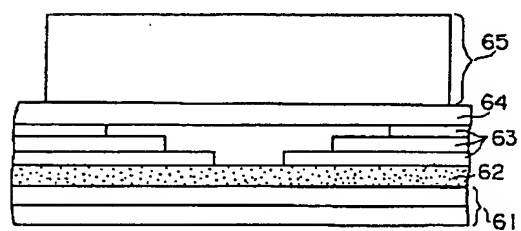
【図10】



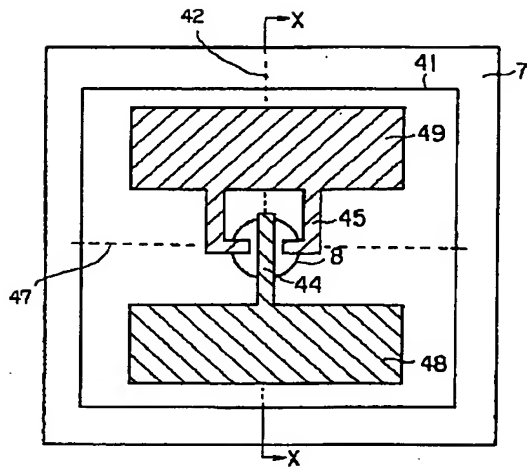
【図12】



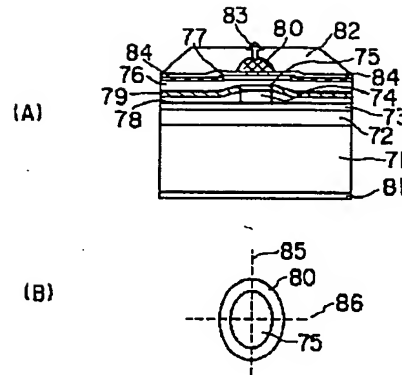
【図13】



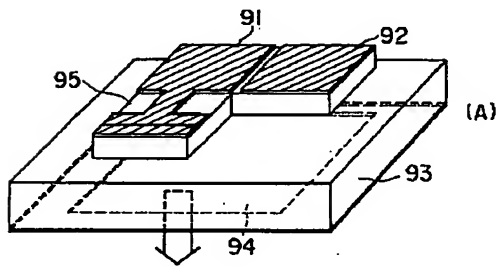
【図 11】



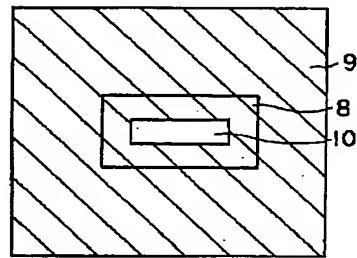
【図 14】



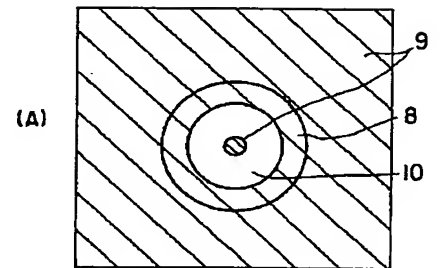
【図 15】



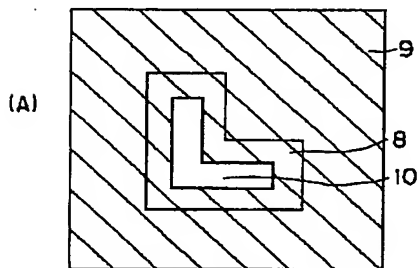
【図 16】



【図 17】



【図 18】



(B)

